

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 499**

51 Int. Cl.:
H04B 1/66 (2006.01)
G10L 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06716924 .3**
96 Fecha de presentación: **22.02.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1851759**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2007**

54 Título: **Alisamiento mejorado de filtros en codificación y/o decodificación de audio multi-canal**

30 Prioridad:
23.02.2005 US 654956 P
22.12.2005 WO PCT/SE2005/002033

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2012

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET L- M ERICSSON
(PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm , SE

72 Inventor/es:
TALEB, ANISSE y
ANDERSSON, STEFAN

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 389 499 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Alisamiento mejorado de filtros en codificación y/o descodificación de audio multi-canal.

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere en general a técnicas de codificación y descodificación de audio, y más en particular a la codificación/descodificación de audio multi-canal tal como la codificación/descodificación estéreo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Existe una gran necesidad en el mercado de transmitir y almacenar señales de audio a baja tasa de bits mientras se mantiene alta calidad de audio. En particular, en los casos en los que los recursos de transmisión o almacenaje están limitados a operar a baja tasa de bits, el factor costo es esencial. Este es típicamente el caso, por ejemplo, en aplicaciones de flujo de datos y mensajería en sistemas de comunicaciones móviles tales como GSM, UMTS o CDMA.

15 Un ejemplo general de un sistema de transmisión de audio usando codificación y descodificación multi-canal se ilustra esquemáticamente en la figura 1. El sistema en conjunto comprende básicamente un codificador de audio multi-canal 100 y un módulo de transmisión 10 en la parte transmisora, y un módulo receptor 20 y un descodificador de audio multi-canal 200 en la parte receptora.

20 El modo más simple de codificar en estereofonía o multi-canal señales de audio es codificar las señales de los diferentes canales separadamente como señales individuales e independientes, como se ilustra en la figura 2. Sin embargo, esto significa que no se elimina la redundancia entre la pluralidad de los canales, y que el requisito de tasa de bits será proporcional al número de canales.

Otro modo básico usado en la radiotransmisión estéreo FM y que asegura compatibilidad con los receptores de radio mono primitivos es transmitir una señal suma y una señal diferencia de los dos canales implicados.

25 El estado de la técnica de los codecs (codificadores-descodificadores) de audio, tales como MPEG-1/2 Capa III y MPEG-2/4 AAC, hace uso de la llamada codificación estéreo conjunta. De acuerdo con esta técnica, las señales de los diferentes canales se procesan conjuntamente en lugar de individual y separadamente. Las dos técnicas de codificación estéreo conjunta que se usan más comúnmente se conocen como Estéreo "Mid/Side" (M/S) y codificación estéreo en intensidad que se aplican usualmente a sub-bandas de las señales estéreo o multi-canal que se tienen que codificar.

30 La codificación estéreo M/S es similar al procedimiento descrito en la radio FM estéreo, en el sentido de que codifica y transmite las señales suma y diferencia de las sub-bandas del canal y por ello aprovecha la redundancia entre las sub-bandas del canal. La estructura y la operación de un codificador basado en la codificación estéreo M/S se describe, por ejemplo, en la referencia [1].

35 Por otra parte, estéreo en intensidad puede hacer uso de la intrascendencia del estéreo. Transmite la intensidad conjunta de los canales (de las diferentes sub-bandas) junto con alguna información de situación que indica cómo se distribuye la intensidad entre los canales. Estéreo en intensidad sólo proporciona información espectral de la magnitud de los canales, mientras que la información de fase no se transporta. Por esta razón y ya que la información temporal inter-canales (más específicamente la diferencia de tiempo inter-canales) es de la mayor relevancia psico-acústica, particularmente a bajas frecuencias, estéreo en intensidad se puede sólo usar a altas frecuencias por encima de, por ejemplo, 2 kHz. Un método de codificación de estéreo en intensidad se describe, por ejemplo, en la referencia [2].

40 Un método de codificación estéreo recientemente desarrollado, llamado Codificación en Entrada Binaural (BCC: Binaural Cue Coding) se describe en la referencia [3]. Este método es un método paramétrico de codificación de audio multi-canal. El principio básico de este tipo de técnica paramétrica de codificación es que en la parte codificadora las señales de entrada de N canales se combinan para formar una mono-señal. La mono-señal se codifica en audio usando cualquier codec de audio monofónico convencional. En paralelo, se derivan parámetros de las señales de los canales, que describen la imagen multi-canal. Los parámetros se codifican y se transmiten al descodificador, junto con el flujo de bits de audio. El descodificador descodifica primero la mono-señal y a continuación regenera las señales de los canales basándose en la descripción paramétrica de la imagen multi-canal.

50 El principio del método de Codificación en Entrada Binaural (BCC) es que transmite la mono-señal codificada y los llamados parámetros de BCC. Los parámetros de BCC comprenden diferencias codificadas de nivel inter-canales y diferencias de tiempo inter-canales para las sub-bandas de la señal original de entrada multi-canal. El descodificador regenera las diferentes señales de los canales aplicando ajustes de nivel y fase y/o de retardo en modo de sub-

banda de la mono-señal basándose en los parámetros de BCC. La ventaja sobre, por ejemplo, la codificación M/S o estéreo en intensidad es que la información estéreo que comprende información temporal inter-canales se transmite a tasas de bits mucho más bajas. Sin embargo, BCC requiere ayuda computacional y generalmente no perceptivamente optimizada.

- 5 Otra técnica, descrita en la referencia [4], usa el mismo principio de codificación de la mono-señal y la llamada información lateral. En este caso, la información lateral consta de filtros indicadores y opcionalmente una señal residual. Los filtros indicadores, estimados por un algoritmo LMS, cuando se aplican a la mono-señal, permiten la predicción de las señales de audio multi-canal. Con esta técnica es posible alcanzar una tasa de bits muy baja en la codificación de fuentes de audio multi-canal, sin embargo, a costa de un descenso en la calidad.
- 10 Los principios básicos de tal codificación estéreo paramétrica se ilustran en la figura 3, que muestra una disposición de un codec estéreo, que comprende un módulo mezclador reductor 120, un mono-codec de núcleo 130, 230 y un codificador/descodificador paramétrico de información lateral estéreo 140, 240. El mezclador reductor transforma la señal multi-canal (en este caso estéreo) en una mono-señal. El objetivo del codec paramétrico estéreo es reproducir una señal estéreo en el descodificador dados la mono-señal reconstruida y los parámetros estéreo adicionales.
- 15 Para completar, se tiene que mencionar una técnica que se usa en audio 3D. Esta técnica sintetiza las señales de los canales derecho e izquierdo filtrando las señales de la fuente de sonido con los llamados filtros que tienen en cuenta la posición de la cabeza. Sin embargo, esta técnica requiere que las diferentes señales de la fuente de sonido estén separadas y por ello generalmente no se puede aplicar a la codificación estéreo o multi-canal.
- 20 Los rápidos cambios en las características del filtro entre imágenes consecutivas crean aberraciones de dentado perturbadoras e inestabilidad en la imagen estéreo reconstruida. Para superar este problema, se ha introducido el alisamiento de los filtros [11]. Sin embargo, el alisamiento convencional de los filtros lleva generalmente a una mayor reducción del rendimiento, puesto que los coeficientes del filtro ya no son los óptimos para la imagen presente. En particular, el alisamiento tradicional de los filtros lleva generalmente a una reducción global de la anchura de la imagen estéreo.
- 25 Por ello existe una necesidad general mejorar el alisamiento de los filtros en procesos de codificación y/o descodificación multi-canal.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención supera estas y otras desventajas de las disposiciones de la técnica anterior.

Es un objetivo general de la presente invención proporcionar alta calidad de audio multi-canal a bajas tasas de bits.

- 30 Es un objetivo de la invención proporcionar alisamiento mejorado de los filtros en la codificación y/o descodificación de audio multi-canal.

En particular, es deseable proporcionar un proceso eficiente de codificación y/o descodificación que sea capaz de eliminar o al menos reducir los efectos de aberraciones de codificación de una manera eficiente.

Es también deseable que sea capaz de tratar el problema de la reducción de la anchura de la imagen estéreo.

- 35 Es un objetivo particular de la invención proporcionar un método y un aparato para codificar una señal de audio multi-canal como se reivindica en las reivindicaciones 1 y 6.

Otro objetivo particular de la invención es proporcionar un método y un aparato para descodificar una señal codificada de audio multi-canal como se reivindica en las reivindicaciones 11 y 12.

- 40 Aún otro objetivo particular de la invención es proporcionar un sistema mejorado de transmisión de audio como se reivindica en la reivindicación 13.

La invención, como se define por medio de las reivindicaciones de patente que se acompañan, cumple estos y otros objetivos.

- 45 La invención se basa en el principio básico de codificar una primera representación de la señal de uno o más de múltiples canales en un primer proceso de codificación, y de codificar una segunda representación de la señal de uno o más de los múltiples canales en un segundo proceso de codificación basado en filtros.

Se ha reconocido que las aberraciones de codificación introducidas por la codificación basada en filtros, tales como la codificación paramétrica, se perciben como mucho más molestas que la reducción temporal de anchura estéreo o multi-canal. En particular, las comprobaciones han revelado que las aberraciones son especialmente molestas cuando el filtro codificador proporciona una pobre estimación de la señal objetivo; cuanto peor es la estimación mayor es el efecto perturbador.

50

Un concepto inventivo general de la invención es por consiguiente realizar un alisamiento de filtro adaptable a la señal en el segundo proceso de codificación basado en filtros o en el correspondiente proceso de decodificación.

5 Preferiblemente, el alisamiento de filtro adaptable a la señal se basa en el procedimiento de estimar el rendimiento esperado del primer proceso de codificación y/o del segundo proceso de codificación, y adaptar dinámicamente el alisamiento de filtro dependiendo del rendimiento estimado. De esta manera, es posible controlar más flexiblemente el alisamiento de filtro de modo que se realice sólo cuando se necesite realmente. En consecuencia, se puede evitar completamente la innecesaria reducción de la energía de la señal, por ejemplo cuando el rendimiento esperado en la codificación, es suficiente. Para la codificación estéreo, por ejemplo, esto significa que el problema de la reducción de la anchura de la imagen estéreo debido al alisamiento de filtro se puede tratar de manera eficiente, mientras que aún se estén eliminando aberraciones de codificación efectivamente y se esté estabilizando la imagen estéreo.

10 Haciendo que el alisamiento de filtro dependa de las características de la señal de entrada de audio multi-canal, tales como las características de correlación inter-canales, es posible primero estimar el rendimiento esperado del proceso(s) de codificación y ajustar después el grado y/o el tipo de alisamiento de acuerdo con ello.

15 Por ejemplo, el primer proceso de codificación puede ser un proceso principal de codificación y la primera representación de la señal puede ser una representación principal de la señal. El segundo proceso de codificación puede por ejemplo ser un proceso auxiliar/lateral de la señal, y la segunda representación de la señal puede ser entonces una representación lateral de la señal tal como una señal estéreo lateral.

20 En una realización preferida de la invención, el rendimiento de un filtro del segundo proceso de codificación se estima basándose en características de la señal de audio multi-canal, y a continuación se adapta el alisamiento de filtro preferiblemente dependiendo del rendimiento estimado del filtro del segundo proceso de codificación. Preferiblemente, el alisamiento de filtro se realiza modificando el filtro dependiendo del rendimiento estimado del filtro. Esto normalmente implica reducir la energía del filtro. Ventajosamente, un factor adaptable de alisamiento se determina con dependencia del rendimiento estimado del filtro, y el filtro se modifica por medio del factor adaptable de alisamiento.

25 Cuando el segundo proceso de codificación es un proceso de codificación auxiliar/lateral, se basa normalmente en codificación paramétrica tal como la predicción adaptable inter-canales (ICP). En este caso, el alisamiento de filtro se puede basar en el rendimiento esperado estimado del segundo proceso de codificación en general, y se basa en el rendimiento del filtro ICP en particular. El rendimiento del filtro ICP es representativo típicamente de la ganancia de predicción de la predicción inter-canales.

30 Equivalentemente, el alisamiento de filtro adaptable a la señal propuesto por la invención se puede realizar en la parte de decodificación. La parte de decodificación responde a información representativa del alisamiento de filtro adaptable a la señal desde la parte de codificación, y realiza el alisamiento de filtro adaptable a la señal en un segundo proceso correspondiente de decodificación basándose en esta información. Preferiblemente, la información adaptable a la señal comprende un factor de alisamiento que depende del rendimiento estimado de un proceso de codificación en la parte codificadora.

35 La invención ofrece las siguientes ventajas:

>Codificación/decodificación mejorada de audio multi-canal.

>Sistema mejorado de transmisión de audio.

>Alta calidad de audio multi-canal.

40 > Flexible y altamente eficiente alisamiento de filtro.

>Efecto reducido de aberraciones de codificación.

>Imagen estabilizada estéreo o multi-canal.

Otras ventajas ofrecidas por la invención se apreciarán cuando se lea la descripción siguiente de realizaciones de la invención.

45 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La invención, junto con más objetivos y ventajas de la misma, se comprenderá mejor con referencia a la descripción siguiente, tomada en conjunto con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo general de un sistema de transmisión de audio que usa codificación y decodificación multi-canal.

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra cómo se codifican separadamente señales de diferentes canales como señales individuales e independientes.

La figura 3 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra los principios básicos de la codificación estéreo paramétrica.

5 La figura 4 es un diagrama que ilustra el espectro en sección transversal de señales mono y laterales.

La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático de un codificador multi-canal de acuerdo con una realización preferida de ejemplo de la invención.

10 La figura 6 un diagrama de flujo esquemático exponiendo un procedimiento básico de codificación multi-canal de acuerdo con una realización preferida de la invención.

La figura 7 es un diagrama de flujo esquemático más detallado que ilustra un procedimiento de ejemplo de codificación de acuerdo con una realización preferida de la invención.

La figura 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra partes relevantes de un codificador de acuerdo con una realización preferida de ejemplo de la invención.

15 La figura 9 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra partes relevantes de un codificador lateral y de un sistema de control asociado de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención.

La figura 10 ilustra partes relevantes de un decodificador de acuerdo con la realización preferida de ejemplo de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCÓN

20 En los dibujos, se usarán los mismos caracteres de referencia para elementos correspondientes o similares.

La invención se refiere a técnicas de codificación/decodificación multi-canal en las aplicaciones de audio, y particularmente a la codificación/decodificación estéreo en sistemas de transmisión de audio y/o para almacenamiento de audio. Ejemplos de posibles aplicaciones de audio incluyen sistemas de conferencia telefónica, transmisión de audio estereofónica en sistemas de comunicaciones con móviles, sistemas diversos para suministrar servicios de audio y sistemas cine domésticos multi-canal.

25 Para una mejor comprensión de la invención, puede ser útil comenzar con un breve vistazo y análisis de los problemas que existen con la tecnología actual. Hoy, no existen codecs normalizados disponibles que proporcionen alta calidad en audio estereofónico o multi-canal a tasas de bits que sean económicamente interesantes para usarlos en, por ejemplo, sistemas de comunicaciones con móviles, como se mencionó anteriormente. Lo que es posible con los codecs disponibles es la transmisión monofónica y/o en el almacenamiento de las señales de audio. En alguna proporción también está disponible la transmisión o el almacenamiento estereofónicos, pero limitaciones de la tasa de bits requieren usualmente limitar la representación estéreo bastante drásticamente.

30 El problema con las técnicas de codificación multi-canal según está el estado de la técnica es que requieren altas tasas de bits con objeto de proporcionar buena calidad. Estéreo en intensidad, si se aplica a bajas tasas de bits, tan bajas como, por ejemplo, sólo unos pocos Kbps, le sucede que no proporciona ninguna información temporal inter-canales. Como esta información es perceptivamente importante para frecuencias bajas por debajo de, por ejemplo, 2 kHz, le es imposible proporcionar una impresión estéreo a tales bajas frecuencias.

35 BCC, por otra parte, puede reproducir la imagen estéreo o multi-canal incluso en bajas frecuencias a bajas tasas de bits de, por ejemplo, 3 kbps, ya que transmite también información temporal inter-canales. Sin embargo, esta técnica requiere informáticamente exigir transformaciones tiempo-frecuencia en cada uno de los canales, tanto en el codificador y como en el decodificador. Por otra parte, BCC no intenta encontrar un mapeo desde la mono-síñal transmitida a las señales de los canales en el sentido de minimizar sus diferencias perceptivas a las señales originales de los canales.

40 La técnica LMS, también referida como predicción inter-canales (ICP), para codificación multi-canal, véase [4], permite tasas de bits más bajas omitiendo la transmisión de la señal residual. Para obtener el filtro de reconstrucción del canal, un procedimiento no restringido de minimización del error calcula el filtro de tal modo que su señal de salida coincide mejor con la señal objetivo. Con objeto de computar el filtro, se pueden usar diversas mediciones de error. Este error medio cuadrático o el error medio cuadrático ponderado son bien conocidos y son informáticamente más económicos de implementar.

50 Se podría decir que, en general, la mayoría de los métodos del estado de la técnica se han desarrollado para

codificar señales de audio de alta fidelidad o puramente verbales. En la codificación verbal, en la que la energía de la señal se concentra en las regiones de menor frecuencia, la codificación en sub-banda se emplea raramente. Aunque métodos como BCC permiten la alocución verbal estéreo a baja tasa de bits, el procesamiento de codificar la transformación sub-banda aumenta tanto la complejidad como el retardo.

- 5 La investigación concluye que, incluso aunque las técnicas de codificación ICP no proporcionan buenos resultados para señales estéreo de alta calidad, para señales estéreo con la energía concentrada en las bajas frecuencias, es posible la reducción de la redundancia [5]. Los efectos de blanqueo del filtrado ICP aumentan la energía en las regiones de frecuencia superior, dando como resultado pérdidas de codificación en la red para los codificadores de transformación perceptiva. Estos resultados han sido confirmados en [6] y en [7], en donde sólo se ha informado de mejoras en la calidad para señales verbales.

10 La precisión de la señal ICP reconstruida está controlada por las presentes correlaciones inter-canales. Bauer *et al.* [8] no encontraron ninguna relación lineal entre los canales izquierdo y derecho en las señales de audio. Sin embargo, como se puede ver a partir del espectro en sección transversal de las señales mono y laterales en la figura 4, se encuentra fuerte correlación inter-canales en las regiones de menor frecuencia (0-2000 Hz) para señales verbales. En el caso de bajas correlaciones inter-canales, el filtro ICP, como medio para la codificación estéreo, producirá una pobre estimación de la señal objetivo.

15 Cambios rápidos en las características del filtro ICP entre imágenes consecutivas crean aberraciones de dentado perturbadoras e inestabilidad en la imagen estéreo reconstruida. Esto viene del hecho de que la aproximación predictiva introduce amplias variaciones espectrales en oposición a un esquema de filtraje fijo.

20 Similares efectos están también presentes en BCC cuando se modifican diferentemente componentes espectrales de las sub-bandas próximas [10]. Para soslayar este problema, BCC usa ventanas solapadas, tanto en el análisis y como en la síntesis.

25 El uso de ventanas solapadas resuelve asimismo el problema de dentado para el filtrado ICP. Sin embargo, esto es a costa de una mayor reducción del rendimiento, ya que los coeficientes del filtro estarán normalmente lejos de ser los óptimos para la imagen presente cuando se usan imágenes solapadas.

En conclusión, el alisamiento convencional de filtro lleva generalmente a una mayor reducción del rendimiento y por ello no se usa ampliamente.

30 Comprobaciones de escucha han revelado que las aberraciones de codificación introducidos por el filtrado ICP se perciben como más molestas que la reducción temporal en la anchura estéreo. Se ha reconocido que las aberraciones son especialmente molestas cuando el filtro de codificación proporciona una pobre estimación de la señal objetivo; cuanto más pobre es la estimación, hay más aberraciones perturbadoras. Por ello, una idea básica de acuerdo con la invención es introducir alisamiento de filtro adaptable a la señal como un nuevo concepto general para resolver el problema de la técnica anterior.

35 La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático de un codificador multi-canal de acuerdo con una realización preferida de ejemplo de la invención. El codificador multi-canal consta básicamente de una unidad opcional de pre-procesamiento 110, una unidad opcional (lineal) de combinación 120, un número de codificadores 130,140, un controlador 150 y una unidad multiplexora opcional (MUX) 160. El número N de codificadores es igual o mayor que 2, e incluye un primer codificador 130 y un segundo codificador 140 y posiblemente más codificadores.

40 En general, la invención considera una señal multi-canal o polifónica. La señal inicial de entrada multi-canal puede ser proporcionada por un almacenamiento de la señal de audio (no mostrado) o en "vivo", por ejemplo, por un conjunto de micrófonos (no mostrado). Las señales de audio normalmente se digitalizan, si es que no están ya en forma digital, antes de entrar al codificador multi-canal. La señal multi-canal se puede llevar a la unidad opcional de pre-procesamiento 110, así como a una unidad opcional de combinación de señales 120 para generar un número N de representaciones de la señal, tales como por ejemplo una representación principal de la señal y una representación auxiliar de la señal, y posiblemente más representaciones de la señal.

45 La señal multi-canal o polifónica se puede llevar a la unidad opcional de pre-procesamiento 110, donde se pueden realizar diferentes procedimientos de acondicionamiento de la señal.

50 Las señales (pre-procesadas opcionalmente) se pueden llevar a una unidad de combinación 120 de señales, que incluye un número de módulos de combinación para realizar diferentes procedimientos de combinación de las señales, tales como combinaciones lineales de las señales de entrada para producir al menos una primera señal y una segunda señal. Por ejemplo, el primer proceso de codificación puede ser un proceso principal de codificación y la primera representación de la señal puede ser una representación principal de la señal. El segundo proceso de codificación puede, por ejemplo, ser un proceso auxiliar (lateral) de la señal, y la segunda representación de la señal puede entonces ser una representación auxiliar (lateral) de la señal, tal como una señal estéreo lateral. En la

codificación estéreo tradicional, por ejemplo, los canales L y R se suman, y la señal suma se divide por un factor de dos con objeto de proporcionar una mono-señal tradicional como primera (principal) señal. Los canales L y R pueden ser también sustraídos y la señal diferencia se divide por un factor de dos para proporcionar una señal tradicional lateral como segunda señal. De acuerdo con la invención, cualquier tipo de combinación lineal, o cualquier otro tipo de combinación de señales para este fin, se puede realizar en la unidad de combinación de señales con contribuciones ponderadas de al menos parte de los diversos canales. Como se comprenderá, la combinación de señales usada por la invención no se limita a dos canales, sino que puede, por supuesto, implicar múltiples canales. Es también posible generar más de dos señales, como se indica en la figura 5. Es incluso posible usar uno de los canales de entrada directamente como primera señal y otro de los canales de entrada directamente como segunda señal. Para la codificación estéreo, por ejemplo, esto significa que el canal L. se puede usar como señal principal y el canal R se puede usar como señal lateral, o viceversa. También existe una multitud de otras variantes.

Una primera representación de la señal se lleva al primer codificador 130, que codifica la primera señal de acuerdo con cualquier principio adecuado de codificación. Una segunda representación de la señal se lleva al segundo codificador 140 para codificar la segunda señal. Si se usan más de dos codificadores, cada representación adicional de la señal se codifica normalmente en un codificador respectivo.

A modo de ejemplo, el primer codificador puede ser un codificador principal y el segundo codificador puede ser un codificador lateral. En tal caso, el segundo codificador lateral 140 puede incluir por ejemplo una etapa adaptable de predicción inter-canales (ICP) para generar datos de reconstrucción de la señal basándose en la primera representación de la señal y en la segunda representación la señal. La primera (principal) representación de la señal puede equivalentemente deducirse de los parámetros de codificación de la señal generados por el primer codificador 130, como se indica por medio de la línea a trazos del primer codificador.

El codificador completo multi-canal también consta de un controlador 150, que está configurado para controlar un procedimiento de alisamiento de filtro en el segundo codificador 140 y/o en cualquiera de los codificadores adicionales de una manera adaptable a la señal en respuesta a características de la señal de audio multi-canal. Haciendo que el alisamiento de filtro dependa de características de la señal de audio multi-canal, tales como características de correlación inter-canales, es posible, por ejemplo, dejar que el controlador 150 estime el rendimiento esperado del proceso(s) de codificación basándose en la señal de audio multi-canal y ajustar entonces el grado y/o el tipo de alisamiento de acuerdo con ello. Esto proporcionará un control más flexible de forma que sólo se realice el alisamiento de filtro cuando se necesite realmente. Cuanto mejor es el rendimiento, menor grado de alisamiento se requiere. El otro modo al respecto, cuanto peor fuera el rendimiento esperado del proceso de codificación, se debería aplicar más alisamiento.

El sistema de control, que se puede realizar como un controlador separado 150 o integrado en el codificador considerado, proporciona los comandos de control adecuados al codificador.

Las señales de salida de los diversos codificadores se multiplexan preferiblemente dentro de una señal única de transmisión (o almacenamiento) en la unidad multiplexadora 160. Sin embargo, alternativamente, las señales de salida se pueden transmitir (o almacenar) separadamente.

En general, la codificación se realiza típicamente sobre la base de imagen por imagen, una imagen cada vez, y cada imagen comprende normalmente muestras de audio dentro de un periodo predefinido de tiempo.

La figura 6 es un diagrama esquemático de flujo que expone un procedimiento básico de codificación multi-canal de acuerdo con una realización preferida de la invención. En la etapa S1, se codifica una primera representación de la señal de uno o más canales de audio en un primer proceso de codificación. En la etapa S2, se codifica una segunda representación de la señal de uno o más canales de audio en un segundo proceso de codificación. En la etapa S3, se realiza el alisamiento de filtro en el segundo proceso de codificación o en un proceso de descodificación correspondiente de manera adaptable a la señal, en respuesta a características de la señal de audio multi-canal.

La figura 7 es un diagrama esquemático de flujo más detallado que ilustra un procedimiento de ejemplo de codificación de acuerdo con una realización preferida de la invención. En la etapa S11, la primera representación de la señal se codifica en el primer proceso de codificación. En la etapa S12, se estima el rendimiento esperado del primer proceso de codificación y/o el del segundo proceso de codificación basándose en la señal de entrada de audio multi-canal. En la etapa 13, se configura dinámicamente el alisamiento de filtro en el segundo proceso de codificación basándose en el rendimiento estimado. Alternativamente, la información del alisamiento de filtro puede ser transmitida a la parte descodificadora, en la etapa 14, como se explicará más adelante. Finalmente, en la etapa 15, la segunda representación de la señal se codifica en el segundo proceso de codificación, basándose preferiblemente en el alisamiento de filtro configurado adaptablemente (a menos que el alisamiento de filtro debiera ser realizado en la parte descodificadora).

Por medio de la adaptación dinámica del alisamiento de filtro dependiendo del rendimiento estimado, es posible controlar más flexiblemente el alisamiento de filtro. En consecuencia, se puede evitar completamente una

innecesaria reducción de la energía de la señal, por ejemplo cuando el rendimiento esperado de la codificación es suficiente.

5 El proceso global de decodificación es generalmente bastante directo y básicamente implica la lectura del flujo de datos entrante (interpretando posiblemente los datos usando la información transmitida de control), la cuantificación inversa y la reconstrucción final de la señal de audio multi-canal. Más específicamente, en respuesta a los datos de reconstrucción de la primera señal, se descodifica una representación codificada de la primera señal de al menos uno de dichos canales múltiples en un primer proceso de descodificación. En respuesta a los datos de reconstrucción de la segunda señal, se descodifica una representación codificada de la segunda señal de al menos uno de dichos canales múltiples en un segundo proceso de descodificación. Si se debiera realizar el alisamiento de filtro en la parte descodificadora en lugar de la parte codificadora, la información representativa del alisamiento de filtro adaptable a la señal tendría que ser transmitida desde la parte codificadora (S14 en la figura 7). Esto permite al descodificador realizar el alisamiento de filtro adaptable a la señal en un segundo proceso correspondiente de descodificación basado en esta información.

15 Para una comprensión más detallada, se describirá principalmente ahora la invención con referencia a las realizaciones de ejemplo de codificación y descodificación estereofónica (dos canales). Sin embargo, se debe tener en cuenta que la invención es aplicable en general a múltiples canales. Los ejemplos incluyen, pero no se limitan a, la codificación/descodificación de sonido multi-canal 5.1 (frontal izquierdo, frontal central, frontal derecho, trasero izquierdo y trasero derecho y sub-altavoz de graves) o 2.1 (sub-altavoz de graves izquierdo, derecho y central).

20 La figura 8 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra partes importantes de un codificador de acuerdo con una realización preferida de ejemplo de la invención. El codificador consta básicamente de un primer (principal) codificador 130 para codificar una primera (principal) señal tal como una típica mono-señal, un segundo (auxiliar/lateral) codificador 140 para codificar la señal (auxiliar/lateral), un controlador 150 y una unidad opcional multiplexadora 160. El controlador 150 está adaptado para recibir la representación principal de la señal y la representación lateral de la señal (o cualesquiera otras representaciones apropiadas de la señal de audio multi-canal) y configurado para realizar los cálculos necesarios para proporcionar control adaptable del alisamiento de filtro dentro del codificador lateral 140.

25 El controlador 150 puede ser un controlador "separado" o integrado dentro del codificador lateral 140. Los parámetros de codificación se multiplexan preferiblemente a una señal de transmisión o de almacenamiento única en la unidad multiplexadora 160. Si se tiene que realizar el alisamiento del filtro en la parte descodificadora, el controlador genera la apropiada información de alisamiento apropiada y la información se envía preferiblemente a la parte descodificadora a través del multiplexor.

30 La figura 9 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra partes importantes de un codificador lateral y de un sistema asociado de control de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención. El sistema de control 150 incluye un módulo para la estimación del rendimiento del filtro 152 y un módulo para la configuración del alisamiento de filtro. El módulo 152 para estimación del rendimiento del filtro opera preferiblemente basándose en una representación principal de la señal y en una representación de la señal lateral de audio multi-canal, y estima el rendimiento esperado de un filtro en la parte codificadora 140. El filtro puede por ejemplo ser un filtro paramétrico, tal como un filtro ICP o cualquier otro filtro convencional adecuado conocido en la técnica. Para un filtro ICP, el rendimiento se puede calcular basándose en un error de predicción. Esto se puede expresar equivalentemente como una ganancia de predicción. El módulo 154 para la configuración del alisamiento de filtro hace la necesaria adaptación de los ajustes del alisamiento de filtro como respuesta al rendimiento estimado del filtro, y controla de acuerdo con ello el alisamiento de filtro en el codificador lateral.

35 La figura 10 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra partes importantes de un descodificador de acuerdo con una realización ejemplar preferida de la invención. El descodificador consta básicamente de una unidad opcional desmultiplexadora 210, un primer (principal) descodificador 230, un segundo (auxiliar/lateral) descodificador 240, un controlador 250, una unidad opcional de combinación de señales 260 y una unidad opcional post-procesamiento 270. El desmultiplexador 210 separa preferiblemente la información entrante de reconstrucción tal como los datos de reconstrucción de la primera (principal) señal, los datos de reconstrucción de la segunda (auxiliar/lateral) señal y la información de control, tal como la información sobre la configuración de la división de imagen y las longitudes de los filtros. El primer (principal) descodificador 230 "reconstruye" la primera (principal) señal en respuesta a los datos de reconstrucción de la primera (principal) señal, proporcionados usualmente en forma de parámetros de codificación representativos de la primera (principal) señal. El segundo (auxiliar/lateral) descodificador 240 "reconstruye" preferiblemente la segunda (lateral) señal como respuesta a los coeficientes cuantificados del filtro y a la representación reconstruida de la primera señal. El segundo (lateral) descodificador 240 está también controlado por el controlador 250; el cual puede estar o no integrado dentro del descodificador lateral. En este ejemplo, el controlador 250 recibe información del alisamiento tal como un factor de alisamiento de la parte codificadora y controla de acuerdo con ello el descodificador lateral 240.

Para una más detallada comprensión de la invención, se describirá ahora la invención, con mayor detalle con

referencia a varias realizaciones de ejemplo basadas en principios paramétricos de codificación tales como la predicción inter-canales.

Codificación Paramétrica Usando Predicción Inter-canales

- 5 En general, las técnicas de predicción inter-canales (ICP) utilizan la inherente correlación inter-canales entre los canales. En la codificación estéreo, los canales se representan usualmente por medio de las señales izquierda y derecha $l(n)$, $r(n)$, una representación equivalente es la mono-señal $m(n)$ (un caso especial de la señal principal) y la señal lateral $s(n)$. Ambas representaciones son equivalentes y se indican normalmente por la tradicional operación matricial:

$$\begin{bmatrix} m(n) \\ s(n) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l(n) \\ r(n) \end{bmatrix} \quad (1)$$

- 10 La técnica ICP pretende representar la señal lateral $s(n)$ por medio de una estimada

$\hat{s}(n)$, que se obtiene filtrando la mono-señal $m(n)$ por medio de un filtro FIR que varía con el tiempo $H(z)$ que tiene N coeficientes de filtrado $h(i)$:

$$\hat{s}(n) = \sum_{i=0}^{N-1} h_i(i)m(n-i) \quad (2)$$

Hay que observar que se podría aplicar directamente el mismo enfoque en los canales izquierdo y derecho.

- 15 El filtro ICP derivado en el codificador puede por ejemplo ser estimado minimizando el *error medio cuadrático* (MSE), o una medida en relación con el rendimiento, por ejemplo, el error medio cuadrático psico-acústicamente ponderado, del error de predicción de la señal lateral $e(n)$. El MSE viene dado típicamente por:

$$\xi(h) = \sum_{n=0}^{L-1} \text{MSE}(n, h) = \sum_{n=0}^{L-1} \left(s(n) - \sum_{i=0}^{N-1} h(i)m(n-i) \right)^2 \quad (3)$$

- 20 donde L es el tamaño de imagen y N es la longitud/orden/magnitud del filtro ICP. Hablando simplemente, el rendimiento del filtro ICP, es decir la magnitud del MSE, es el factor principal que determina la separación final estéreo. Dado que la señal lateral describe las diferencias entre los canales izquierdo y derecho, la reconstrucción precisa de la señal lateral es esencial para asegurar una imagen estéreo bastante amplia.

Los coeficientes óptimos de filtrado se encuentran minimizando el MSE del error de predicción sobre todas las muestras y vienen dados por:

$$h_{opt}^T R = r \Rightarrow h_{opt} = R^{-1}r \quad (4)$$

- 25

En (4) el vector de correlaciones r y la matriz de covarianza R se definen como:

$$\begin{aligned} r &= Ms \\ R &= MM^T \end{aligned} \quad (5)$$

donde

$$s = [s(0) \quad s(1) \quad \dots \quad s(L-1)]^T,$$

$$M = \begin{bmatrix} m(0) & m(1) & \dots & m(L-1) \\ m(-1) & m(0) & \dots & m(L-2) \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ m(-N+1) & \dots & \dots & m(L-N) \end{bmatrix} \quad (6)$$

Insertando (5) en (3) se llega a una expresión simplificada algebraica para el Mínimo MSE (MMSE) del filtro ICP (no cuantificado):

$$\text{MMSE} = \text{MSE}(h_{opt}) = P_{SS} - r^T R^{-1} r \quad (7)$$

5 donde P_{SS} es la potencia de la señal lateral, también expresada como $s^T s$.

Insertando $r = R h_{opt}$ en (7) da:

$$\text{MMSE} = P_{SS} - r^T R^{-1} R h_{opt} = P_{SS} - r^T h_{opt} \quad (8)$$

la factorización de LDLT [9] en R nos da el sistema de ecuaciones:

$$L D L^T h = r \quad (9)$$

10 Donde primero se resuelve z en de forma iterativa:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ l_{21} & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ l_{N1} & \dots & l_{NN-1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_N \end{bmatrix} \Rightarrow z_i = r_i - \sum_{j=1}^{i-1} l_{ij} z_j \quad (10)$$

Ahora se introduce un nuevo vector $q = L^T h$. Dado que la matriz D sólo tiene valores distintos de cero en la diagonal, se encuentra directamente q:

$$D q = z \Rightarrow q_i = \frac{z_i}{d_i}, i = 1, 2, \dots, N \quad (11)$$

15 El vector de filtro buscado h se puede calcular ahora iterativamente del mismo modo que en (10):

$$\begin{bmatrix} 1 & l_{12} & \cdots & l_{1N} \\ 0 & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & l_{N-1N} \\ 0 & \cdots & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_N \end{bmatrix} \Rightarrow h_i = q_i - \sum_{j=1}^{N-i} l_{i(i+j)} h_{(i+j)}, i = 1, 2, \dots, N \quad (12)$$

Además del ahorro computacional comparado con la inversión regular matricial, esta solución ofrece la posibilidad de calcular eficientemente los coeficientes del filtro correspondientes a las diferentes dimensiones n (longitudes del filtro):

$$\mathbf{H} = \left\{ \mathbf{h}_{opt}^{(n)} \right\}_{n=1}^N \quad (13)$$

Los coeficientes óptimos del filtro ICP (FIR) \mathbf{h}_{opt} se pueden estimar, cuantificar y enviar al descodificador sobre la base de imagen por imagen.

En general, los coeficientes de filtro se tratan como vectores, que se cuantifican eficientemente usando cuantificación vectorial (VQ). La cuantificación de los coeficientes del filtro es uno de los más importantes aspectos del procedimiento de codificación ICP. Como se verá, el ruido de cuantificación introducido en los coeficientes del filtro puede estar relacionado directamente con la pérdida en MSE.

El MMSE ha sido definido previamente como:

$$\text{MMSE} = \mathbf{s}^T \mathbf{s} - \mathbf{r}^T \mathbf{h}_{opt} = \mathbf{s}^T \mathbf{s} - 2\mathbf{h}_{opt}^T \mathbf{r} + \mathbf{h}_{opt}^T \mathbf{R} \mathbf{h}_{opt} \quad (14)$$

La cuantificación \mathbf{h}_{opt} introduce un error de cuantificación $\mathbf{e}: \hat{\mathbf{h}} = \mathbf{h}_{opt} + \mathbf{e}$. El nuevo MSE se puede escribir ahora como:

$$\begin{aligned} \text{MSE}(\mathbf{h}_{opt} + \mathbf{e}) &= \mathbf{s}^T \mathbf{s} - 2(\mathbf{h}_{opt} + \mathbf{e})^T \mathbf{r} + (\mathbf{h}_{opt} + \mathbf{e})^T \mathbf{R} (\mathbf{h}_{opt} + \mathbf{e}) \\ &= \text{MMSE} + \mathbf{e}^T \mathbf{R} \mathbf{h}_{opt} + \mathbf{e}^T \mathbf{R} \mathbf{e} + \mathbf{h}_{opt}^T \mathbf{R} \mathbf{e} - 2\mathbf{e}^T \mathbf{r} \\ &= \text{MMSE} + \mathbf{e}^T \mathbf{R} \mathbf{e} + 2\mathbf{e}^T \mathbf{R} \mathbf{h}_{opt} - 2\mathbf{e}^T \mathbf{r} \end{aligned} \quad (15)$$

Ya que $\mathbf{R} \mathbf{h}_{opt} = \mathbf{r}$, los dos últimos términos en (15) se cancelan y el MSE del filtro cuantificado vale:

$$\text{MSE}(\hat{\mathbf{h}}) = \mathbf{s}^T \mathbf{s} - \mathbf{r}^T \mathbf{h}_{opt} + \mathbf{e}^T \mathbf{R} \mathbf{e} \quad (16)$$

Lo que esto significa es que con objeto de tener cualquier ganancia de predicción en toda la cuantificación, el término de error tiene que ser inferior al término de predicción, por ejemplo, $\mathbf{r}^T \mathbf{h}_{opt} > \mathbf{e}^T \mathbf{R} \mathbf{e}$.

El objetivo no puede ser siempre minimizar el MSE en solitario sino combinarlo con el alisamiento y la regularización con objeto de poder hacer frente a los casos en los que no hay correlación entre la mono-señal y la señal lateral.

Comprobaciones de escucha informales revelan que las aberraciones de codificación introducidas por el filtrado ICP se perciben como más molestas que la reducción temporal en la anchura del estéreo. De acuerdo con una realización de ejemplo, la anchura del estéreo, es decir, la energía de la señal lateral, se reduce por consiguiente intencionalmente siempre que se encuentre una imagen problemática. En el peor caso de escenario, por ejemplo, no existe filtrado ICP en absoluto, la señal exterior resultante se reduce a mono puro. Por otra parte, si la imagen no es problemática en absoluto, la energía de la señal no tiene que ser reducida.

Es posible calcular el rendimiento esperado del filtrado como la ganancia de predicción esperada a partir de la matriz de covarianza \mathbf{R} y del vector de correlación \mathbf{r} sin tener que realizar el filtrado real. Esto se hace preferiblemente por medio de un sistema de control como el descrito previamente. Se ha encontrado que las aberraciones de codificación están presentes principalmente en la señal lateral reconstruida cuando la ganancia de predicción anticipada es baja o equivalentemente, cuando la correlación entre las señales mono y lateral es baja. En una realización de ejemplo, se construye un algoritmo de clasificación de imágenes, que realiza la clasificación basándose en un nivel estimado de la ganancia de predicción. Por ejemplo, cuando la ganancia de predicción (o la

correlación) cae por debajo de un cierto umbral, la matriz de covarianza usada para derivar el filtro ICP se puede modificar de acuerdo con:

$$\mathbf{R}^* = \mathbf{R} + \rho \text{diag}(\mathbf{R}) \quad (17)$$

5 El valor del factor de alisamiento ρ se puede hacer adaptable para facilitar diferentes niveles de modificación. El filtro ICP modificado se computa como $\mathbf{h}^* = (\mathbf{R}^*)^{-1} \mathbf{r}$. Evidentemente, la energía del filtro ICP se reduce, reduciendo por ello la energía de la señal lateral reconstruida. Otros esquemas para reducir los errores de estimación introducidos son también plausibles. Esto proporciona un efecto de alisamiento, ya que la reducción en la energía de la señal reduce generalmente las diferencias entre imágenes diferentes, considerando el hecho de que pueda haber originalmente grandes diferencias en la señal predicha de imagen a imagen.

10 Cambios rápidos en las características del filtro ICP entre imágenes consecutivas crean aberraciones de dentado perturbadoras e inestabilidad en la imagen exterior reconstruida. Esto viene del hecho de que la solución predictiva introduce grandes variaciones espectrales en oposición al esquema de filtrado fijo.

15 Efectos similares se presentan también en BCC cuando componentes espectrales de sub-bandas próximas se modifican de manera diferente [10]. Para soslayar este problema, BCC usar ventanas de solapado tanto en el análisis como en la síntesis.

20 El uso de ventanas de solapado resuelve también el problema de dentado para el filtrado ICP. Sin embargo, el uso de las ventanas de solapado en BCC no es representativo del alisamiento del filtro adaptable a la señal, ya que habrá un efecto de alisamiento "fijo" y una reducción de la energía para todas las imágenes consideradas independientemente de si tal reducción se necesita realmente. Esto da lugar a una reducción bastante grande del rendimiento.

En una realización de ejemplo de la invención, se sugiere una función de coste modificado. Se define como:

$$\begin{aligned} \xi(\mathbf{h}_t, \mathbf{h}_{t-1}) &= \text{MSE}(\mathbf{h}_t) + \psi(\mathbf{h}_t, \mathbf{h}_{t-1}) \\ &= \text{MSE}(\mathbf{h}_t) + \mu(\mathbf{h}_t - \mathbf{h}_{t-1})^T \mathbf{R}(\mathbf{h}_t - \mathbf{h}_{t-1}) \end{aligned} \quad (18)$$

en donde \mathbf{h}_t y \mathbf{h}_{t-1} son los filtros ICP en las imágenes t y $(t-1)$, respectivamente. Calculando la derivada parcial de (18) y poniéndola a cero da el nuevo filtro ICP *alisado*:

$$\mathbf{h}_t^*(\mu) = \frac{1}{1+\mu} \mathbf{h}_t + \frac{\mu}{1+\mu} \mathbf{h}_{t-1} \quad (19)$$

25 El *factor de alisamiento* μ determina la contribución del filtro previo ICP, controlando por ello el nivel de alisamiento. El alisamiento propuesto de filtro elimina efectivamente aberraciones de codificación y estabiliza la imagen estéreo. El problema de la reducción de la anchura de la imagen estéreo debido al alisamiento se puede aliviar haciendo el factor de alisamiento adaptable a la señal, y dependiente del rendimiento del filtro. Un factor de alisamiento grande se usa preferiblemente cuando la ganancia de predicción del filtro previo aplicada a la imagen actual es alta. Sin embargo, si el filtro previo lleva al deterioro de la ganancia de la predicción, entonces el factor de alisamiento puede ser decrecido gradualmente.

30 Según apreciará el experto, la información del alisamiento, tal como los factores de alisamiento descritos anteriormente, se puede enviar a la parte descodificadora, y el alisamiento de filtro adaptable a la señal puede realizarse de forma equivalente en la parte descodificadora en vez de en la parte codificadora.

35 Las realizaciones descritas anteriormente se dan simplemente como ejemplos, y se ha de comprender que la presente invención no se limita a ellas.

REFERENCIAS

- [1] U.S. Patent No. 5,285,498 by Johnston.
- [2] European Patent No. 0,497,413 by Veldhuis et al.
- 5 [3] C. Faller et al., "Binaural cue coding applied to stereo and multi-channel audio compression", 112th AES convention, May 2002, Munich, Germany.
- [4] U.S. Patent No. 5,434,948 by Holt et al.
- [5] S-S. Kuo, J. D. Johnston, "A study why cross channel prediction is not applicable to perceptual audio coding",
10 IEEE Signal Processing Lett., vol. 8, pp. 245-247.
- [6] B. Edler, C. Faller and G. Schuller, "Perceptual audio coding using a time-varying linear pre- and post-filter", in AES Convention, Los Angeles, CA, Sept. 2000.
- [7] Bernd Edler and Gerald Schuller, "Audio coding using a psychoacoustical pre- and post-filter", ICASSP-2000 Conference Record, 2000.
- 15 [8] Dieter Bauer and Dieter Seitzer, "Statistical properties of high-quality stereo signals in the time domain", IEEE International Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. 3, pp. 2045-2048, May 1989.
- [9] Gene H. Golub and Charles F. van Loan, "Matrix Computations", second edition, chapter 4, pages 137-138, The John Hopkins University Press, 1989.
- [10] C. Faller and F. Baumgarte, "Binaural cue coding - Part I: Psychoacoustic fundamentals and design principles",
20 IEEE Trans. Speech Audio Processing, vol. 11, pp. 509-519, Nov. 2003.
- [11] WO 03/007656

REIVINDICACIONES

1. Un método para codificar una señal de audio multi-canal que comprende las etapas de:
 - 5 - codificar una primera representación de la señal de al menos uno de dichos múltiples canales en un primer proceso de codificación;
 - codificar una segunda representación de la señal de al menos uno de dichos múltiples canales en un segundo proceso de codificación basado en un filtro, en el que dicho segundo proceso de codificación incluye la predicción inter-canales para la predicción de dicha segunda representación de la señal basándose en la primera representación de la señal y en la segunda representación de la señal,
 - 10 caracterizado por realizar el alisamiento de filtro adaptable a la señal en dicho segundo proceso de codificación, comprendiendo:
 - estimar un rendimiento esperado de codificación de dicho segundo proceso de codificación, en el que dicho rendimiento es representativo de una ganancia de predicción de dicha predicción inter-canales, y
 - adaptar el alisamiento de filtro dependiendo del rendimiento estimado esperado de la codificación.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el alisamiento del filtro se basa en el rendimiento de un filtro de predicción inter-canales.
3. El método de codificación de la reivindicación 2, en el que dicho alisamiento de filtro se realiza modificando el filtro de dicho segundo proceso de codificación dependiendo del rendimiento estimado del filtro.
4. El método de codificación de la reivindicación 3, en el que el filtro se modifica por medio de un factor de alisamiento, que se adapta dependiendo del rendimiento estimado del filtro
- 20 5. El método de codificación de la reivindicación 4, en el que dicho alisamiento del filtro se realiza reduciendo la energía del filtro de dicho segundo proceso de codificación dependiendo del rendimiento estimado del filtro.
6. Un aparato para codificar una señal de audio multi-canal que comprende:
 - 25 - un primer codificador para codificar una primera representación de la señal de al menos uno de dichos canales múltiples;
 - un segundo codificador basado en filtro para codificar una segunda representación de la señal de al menos uno de dichos canales múltiples, en el que dicho segundo codificador incluye un filtro adaptable de predicción inter-canales para la predicción de dicha segunda representación de la señal basándose en la primera representación de la señal y en la segunda representación de la señal,
 - 30 caracterizado por tener medios para realizar el alisamiento de filtro adaptable a la señal en dicho segundo codificador basado en filtro, basándose en una ganancia de predicción de dicho filtro de predicción inter-canales, comprendiendo dichos medios:
 - medios para estimar un rendimiento esperado de la codificación de dicho segundo codificador; y
 - medios para adaptar el alisamiento de filtro dependiendo del rendimiento estimado esperado de la
 - 35 codificación.
7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el alisamiento de filtro se basa en el rendimiento del filtro de predicción inter-canales.
8. El aparato codificador de la reivindicación 7, en el que dichos medios para adaptar el alisamiento de filtro comprenden medios para modificar el filtro de dicho segundo codificador dependiendo del rendimiento estimado del filtro.
- 40 9. El aparato codificador de la reivindicación 8, en el que dichos medios para adaptar el alisamiento de filtro comprenden medios para adaptar un factor de alisamiento dependiendo del rendimiento estimado del filtro, y en el que dichos medios para modificar el filtro son operables para modificar el filtro basándose en el factor de alisamiento.
- 45 10. El aparato codificador de la reivindicación 9, en el que dichos medios para modificar el filtro comprenden medios para reducir la energía del filtro de dicho segundo proceso de codificación dependiendo del rendimiento estimado del

filtro.

11. Un método de descodificar una señal codificada de audio multi-canal, que comprende las etapas de:

-descodificar, en respuesta a datos de reconstrucción de la primera señal, una representación codificada de la primera señal de al menos uno de dichos canales múltiples en un primer proceso de descodificación;

5 -descodificar, en respuesta a los datos de reconstrucción de la segunda señal, una representación codificada de la segunda señal de al menos uno de dichos canales múltiples en un segundo proceso de descodificación, caracterizado por:

10 -recibir información representativa del alisamiento de filtro adaptable a la señal de una parte codificadora, en el que dicha información comprende un factor de alisamiento que depende del rendimiento estimado esperado de codificación de un proceso de codificación en la parte codificadora, en el que dicho rendimiento es representativo de una ganancia de predicción de una predicción inter-canales incluida en la codificación; y

-realizar, basándose en dicha información, el alisamiento de filtro adaptable a la señal en dicho segundo proceso de descodificación.

12. Un aparato para descodificar una señal codificada de audio multi-canal, que comprende:

15 -medios para descodificar, en respuesta a los datos de reconstrucción de la primera señal, una representación codificada de la primera señal de al menos uno de dichos canales múltiples en un primer proceso de descodificación;

20 -medios para descodificar, en respuesta a los datos de reconstrucción de la segunda señal, una representación codificada de la segunda señal de al menos uno de dichos canales múltiples en un segundo proceso de descodificación,

caracterizado por:

25 -medios para recibir información representativa del alisamiento de filtro adaptable a la señal desde un extremo codificador correspondiente, en los que dicha información comprende un factor de alisamiento que depende del rendimiento estimado esperado de la codificación de un proceso de codificación en la parte codificadora, en los que dicho rendimiento es representativo de una ganancia de predicción de una predicción inter-canales incluida en la codificación; y

-medios para realizar, basándose en dicha información, el alisamiento del filtro adaptable a la señal en dicho segundo proceso de descodificación.

30 13. Un sistema de transmisión de audio, caracterizado porque dicho sistema comprende al menos uno de un aparato codificador de la reivindicación 6 y de un aparato descodificador de la reivindicación 12.

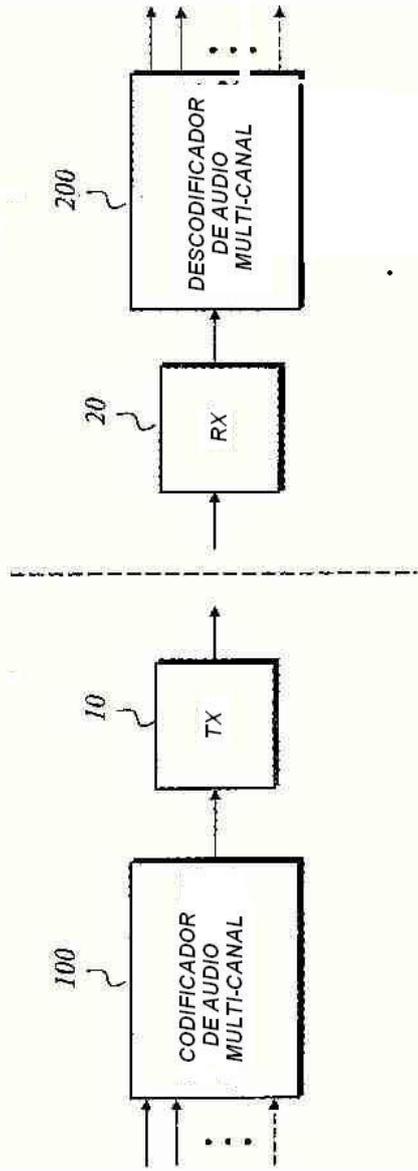


Fig. 1
(Técnica anterior)

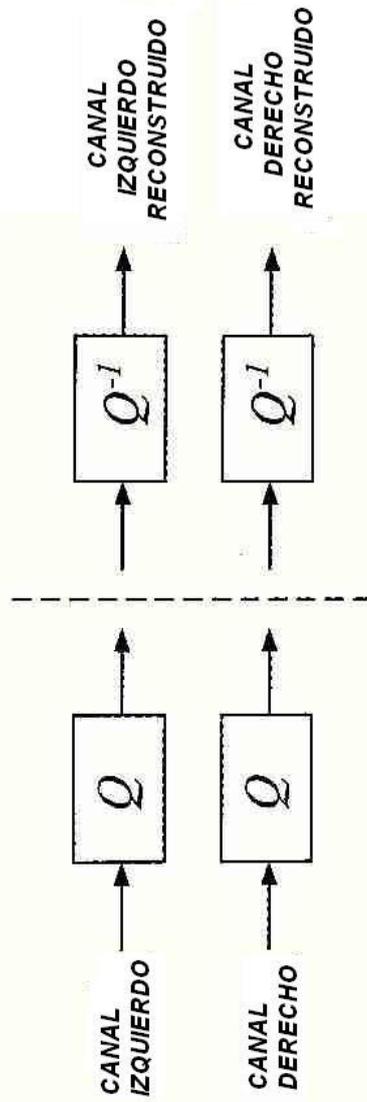


Fig. 2
(Técnica anterior)

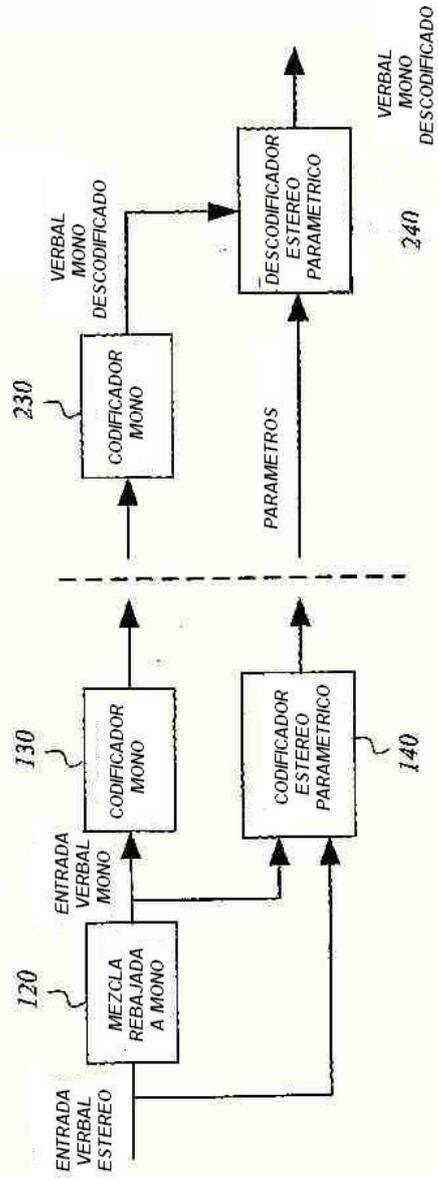


Fig. 3
(Técnica anterior)

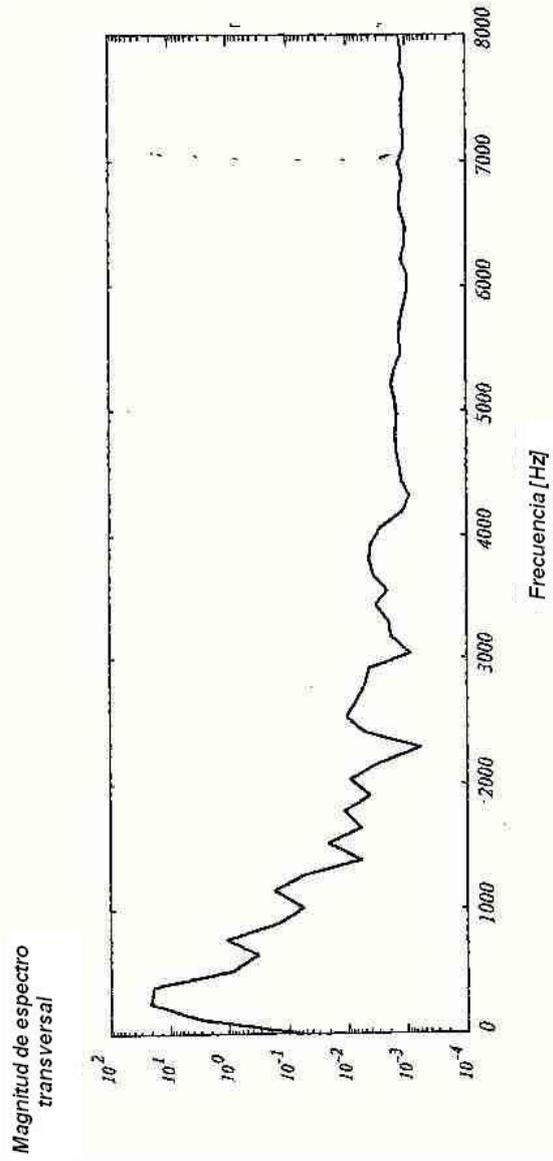


Fig. 4

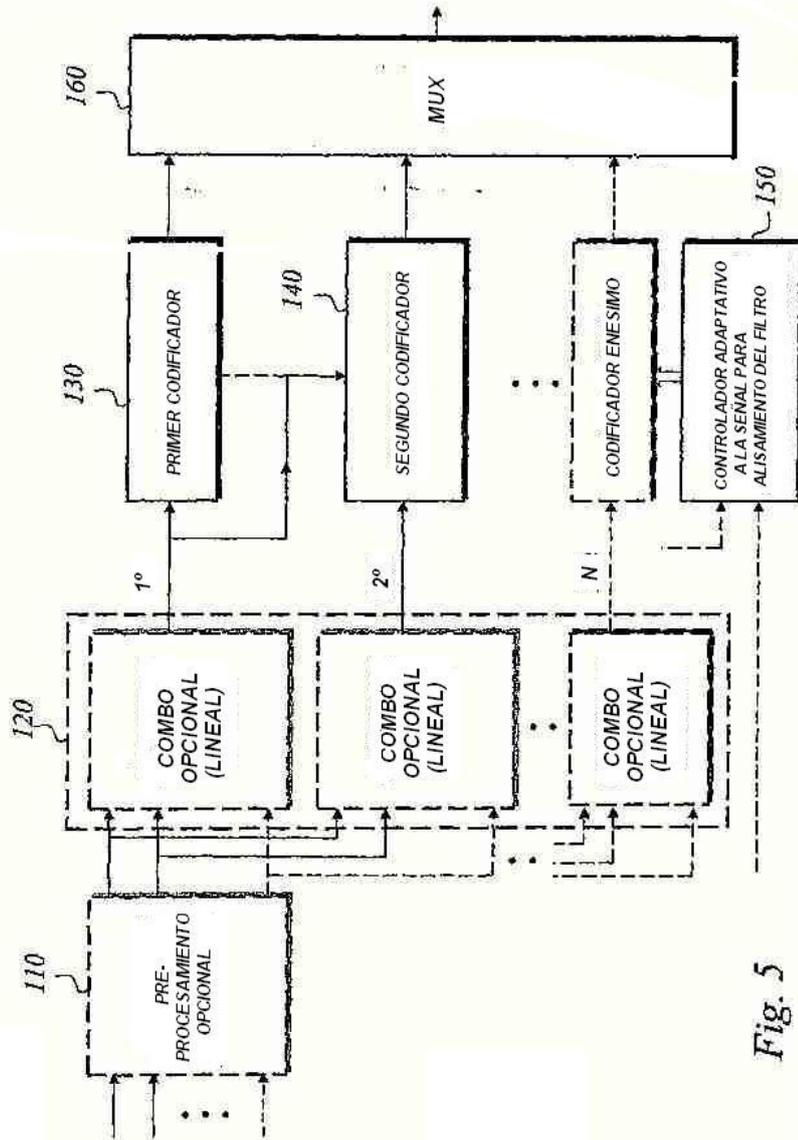


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

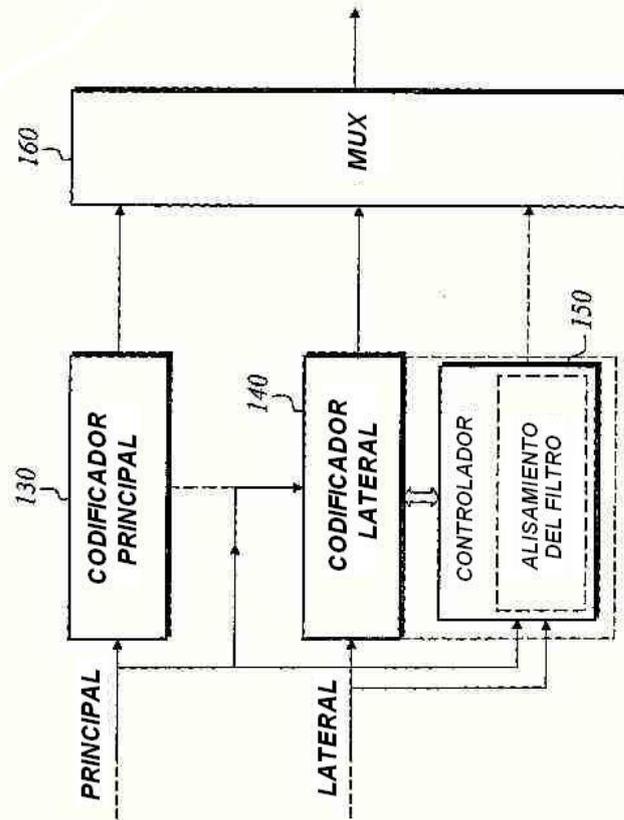


Fig. 8

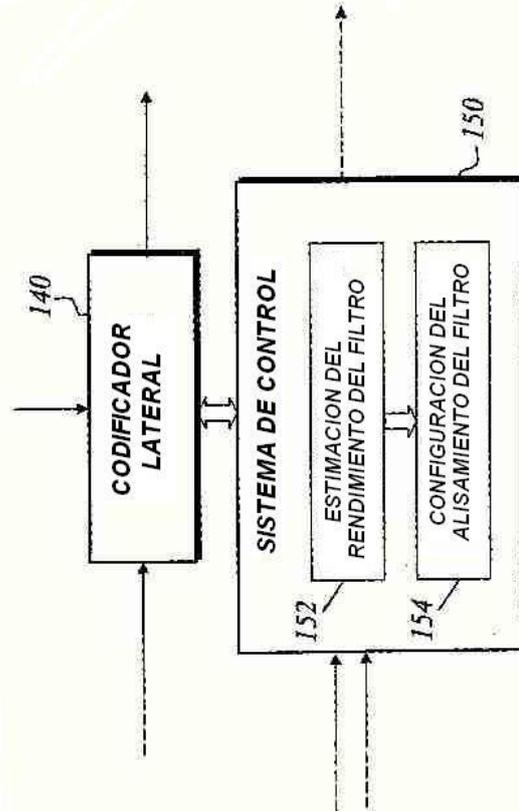


Fig. 9

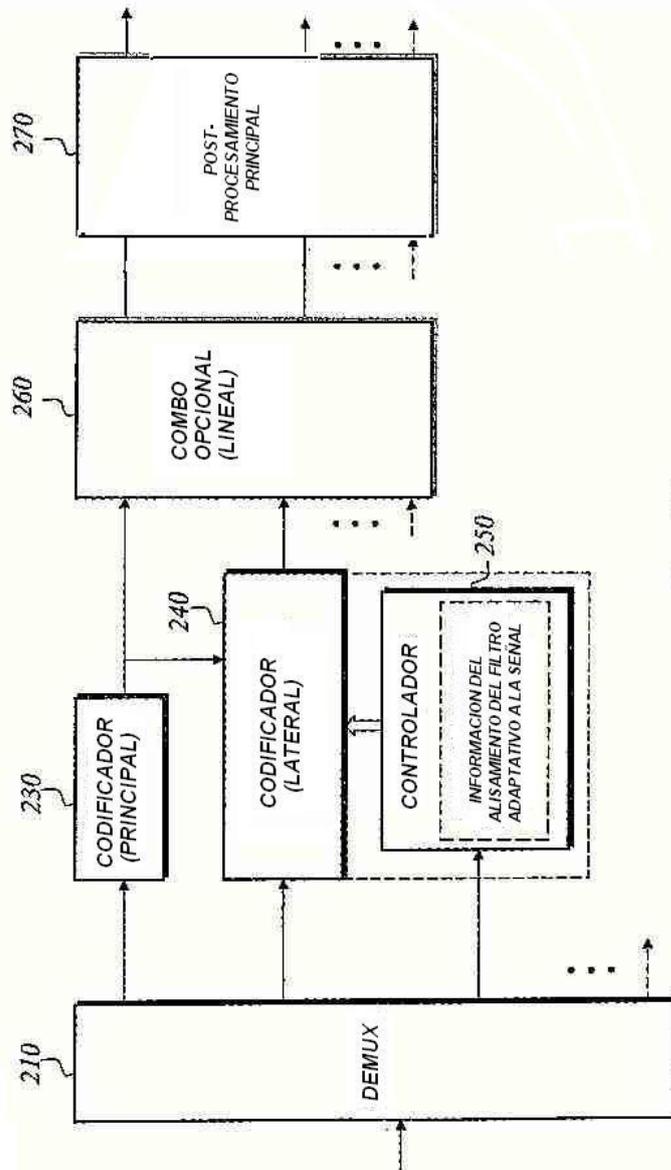


Fig. 10